

## Mikrobiologische Reinigungsprozesse im Aquarienwasser und ihre Handhabung am Beispiel der Haltung einer Wasserschildkröte

HANS-JOACHIM BARTELS

Mit 13 Abbildungen

### Abstract

Beds for nitrification and denitrification keep the water in an aquarium from becoming muddy and turbid for several years.

Key words: Soft-shelled turtles in captivity; rare water changes; nitrification; denitrification.

### Einleitung

Fast jeder Halter von Wasserschildkröten wird unter anderem versuchen, seine Tiere entsprechend ihrem physiologischen Bedürfnis, aber nicht aufwendiger als notwendig zu halten. Vorschläge zur rationellen Haltung kann man vor allem den Sachbüchern über Schildkröten entnehmen (NIETZKE 1977, ADRIAN 1980, WILKE 1980, JAHN 1985, MÜLLER 1987, NÖLLERT 1987). Die einzelnen Autoren haben naturgemäß die Schwerpunkte ihrer Überlegungen zur Gestaltung ihrer Anlagen an verschiedenen Stellen gesetzt. Ich greife nur einen einzigen Punkt heraus, nämlich das Wasser und die Möglichkeiten, den Verbrauch einzuschränken. WILKE (1980) schreibt, daß man für eine ausgewachsene Wasserschildkröte etwa 500 bis 2 000 l Wasser im Monat benötigt. Auch ADRIAN (1980), JAHN (1985), NIETZKE (1977) und NÖLLERT (1987) halten einen häufigen Wasserwechsel (mindestens einmal pro Woche) für unbedingt erforderlich. SACHSSE (1967) braucht den Wasserwechsel durch die Förderung einer Algenflora nur einmal pro Monat durchzuführen, weil die Algen Nitratverwerter sind. MÜLLER (1987) erreicht einen gewissen Nitratverbrauch durch Mithilfe höherer Pflanzen. SACHSSE und MÜLLER geben also einer „biologischen“ Haltung ihrer Schildkröten den Vorzug. Sie haben auch Bakterien in ihren Aquaterrarien, zum Beispiel im Bodensand, in den Kokosmatten und anderem mehr, die zur Reinigung des Wassers beitragen. Ich habe nun den gezielten Einsatz von Bakterien zur Reinigung ins Auge gefaßt und in die Praxis umgesetzt. Damit konnte ich das Wasser in einem mit einer Weichschild-

kröte, *Trionyx cartilagineus*, (Abb. 1) besetzten Aquarium 2 Jahre lang klar (ohne jegliche Trübung durch Bakterien oder Algen) und brauchbar halten. Triebfeder meiner Bemühungen war der Wunsch, mit Leitungswasser sparsam umzugehen. Die Grundlage für diesen Wunsch war das Wissen, daß man durch gezielten Einsatz von Bakterien das Nitrat aus dem Aquarienwasser entfernen und das Wasser dadurch von einer Substanz frei halten kann, die in hohen Konzentrationen als Gift wirkt.



Abb. 1. Die Schildkröte *Trionyx cartilagineus* im Aquarium. Leider zeigt das Photo nicht, wie kristallklar das Wasser ist.

The soft shelled turtle *Trionyx cartilagineus* in its aquarium. Unfortunately the figure does not show how limpid the water is.

### Das Aquarium

Ein Aquarium mit 250 l Inhalt und einem Wasserstand von 36 cm habe ich folgendermaßen eingerichtet: Auf dem Boden stehen 21 Reagenzglasständer aus Plexiglas (Abb. 2); auf der vergrößerten Fläche können sich auch mehr Bakterien ansiedeln. In 8 cm Höhe, auf den Ständern, liegt eine Plexiglas-Platte, die zu den Aquarienwänden ringsum etwa 3 mm Abstand hat. Der Behälter ist mit einer Glasplatte abgedeckt, darauf liegt eine Aquarienleuchte mit einer Gro-Lux-Röhre. Ins Wasser ragt eine Konstruktion aus harten Schaumstoffschwämmen, die mit Silikonkautschuk beschichtet und zusammengeklebt sowie an die Abdeckplatte geklebt sind. Der Aufbau umschließt eine Bürste aus weichen Naturborsten so, daß unten die Borstenenden nur etwa 5 mm herausragen, damit die Schildkröte die

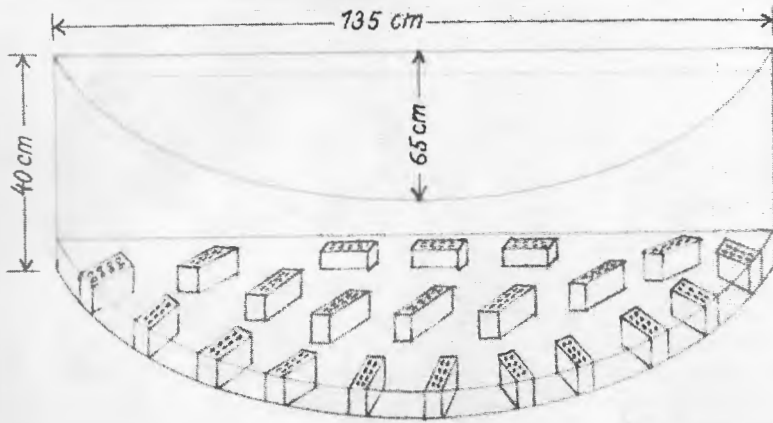


Abb. 2. Das Aquarium der Weichschildkröte mit einem Zwischenboden über den 21 Gegenständen zur Vergrößerung von Oberflächen.  
The aquarium of the soft shelled turtle with an intermediate floor above the 21 objects for the enlargement of surfaces.

Borsten nicht abbeißen kann. Sie schwimmt gern darunter durch und scheuert ihren Rückenpanzer an der Bürste; er wird seither immer glatter.

## Grundlagen

1) Wasserbakterien haben durch ihre ausgeschiedenen Schleime die Tendenz, sich auf festen Oberflächen als Aufwuchs niederzulassen (Abb. 3, 4).

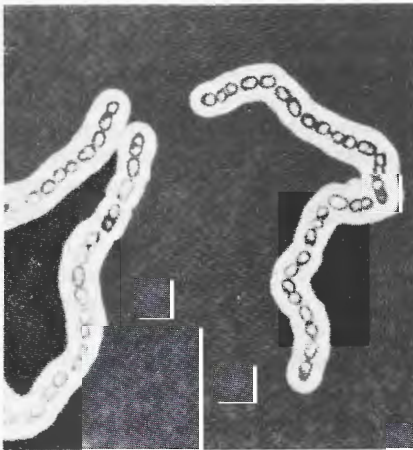


Abb. 3. Zellketten eines Bacillus, in Tusche suspendiert. Der Bakterienschleim hebt sich als helle Zone vom Hintergrund der schwarzen Tuscheteilchen ab. — aus: SCHLEGEL (1985, Abb. 2.31). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York.

Strings of a Bacillus in a suspension of India ink. The slime of the Bacillus appears as the light zone and contrasts with the background of the black particles of India ink. — after: SCHLEGEL (1985, figure 2.31). Courtesy of George Thieme, Stuttgart New York. Reprinted with permission.

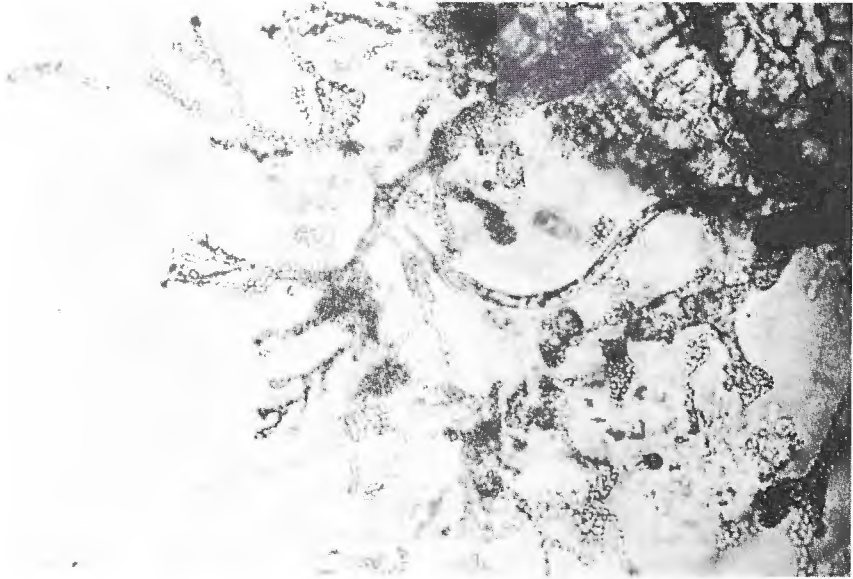


Abb. 4. Bakterien mit Schleimhüllen in einem Tropfkörper. Bemerkenswert ist die Verzweigung und die damit erreichte Vergrößerung der aktiven Oberfläche. — aus: BOGEN (1973, S. 206). Erlaubnis zur Reproduktion durch Droemer Knaur, München Zürich.  
 Bacteria with slime layers in a bed of a sewage treatment plant. Remarkable the ramification and ensuing enlargement of surfaces. after: BOGEN (1973, p. 206). Courtesy of Droemer Knaur, Munich Zurich. Reprinted with permission.

2) Wasserbakterien können sich mit Hilfe von Geißeln aktiv durch das Wasser fortbewegen (Abb. 5).

3) Wasserbakterien haben bei optimaler Wassertemperatur und optimaler Versorgung mit Nährstoffen eine sehr hohe Vermehrungsrate (Tab. 1). Während die Generationszeit des Menschen etwa zwischen 11 und 26 Jahren schwankt, haben Bakterien eine Generationszeit zwischen 11 und 26 Minuten. Aus derselben Tabelle ist auf Grund der spezifischen Atmungsraten ersichtlich, daß MÜLLERS (1987) höhere Pflanzen wenig zur Lösung seiner Probleme beitragen können, wenn man die entsprechenden Zahlen mit den Werten für die 3 genannten Bakteriengattungen vergleicht. Auch SACHSSES (1967) Algen können keineswegs mit Bakterien konkurrieren.

4) Um das unterschiedliche Verhalten verschiedener Wasserbakterienarten gegenüber dem Luftsauerstoff, der im Wasser gelöst ist, zu beschreiben, unterteilt man die Wasserbakterien in aerobe, mikroaerophile und anaerobe Arten (Abb. 6). Die im folgenden behandelten nitrifizierenden Bakterien sind aerob, während die hier besonders wichtigen denitrifizierenden Bakterien fakultativ anaerob leben, das heißt sie können ihren Stoffwechsel von aerob auf anaerob und umgekehrt umschalten.

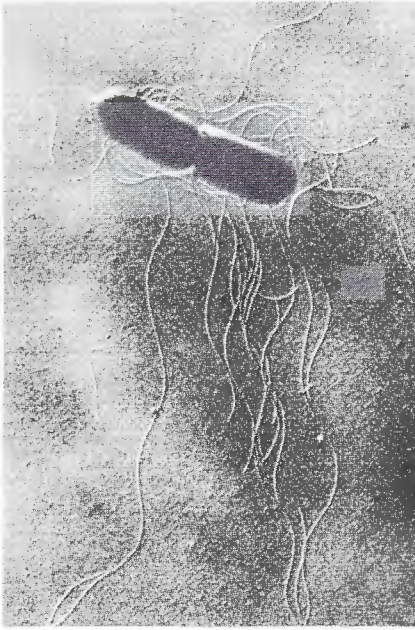


Abb. 5. Ein Bakterium mit Geißeln. — aus: BOGEN (1973, S. 161). Erlaubnis zur Reproduktion durch Droemer Knauer, München Zürich.

A bacterium with flagella. — after: BOGEN (1973, p. 161). Courtesy of Droemer Knauer, Munich Zurich. Reprinted with permission.

Biologisches Material	Temp. (°C)	QO <sub>2</sub>	Organismus	Temp. (°C)	Generationszeit (min)
<i>Azotobacter</i>	28	2 000	<i>Bacillus megaterium</i>	40	22
<i>Acetobacter</i>	30	1 800	<i>B. subtilis</i>	40	26
<i>Pseudomonas</i>	30	1 200	<i>Escherichia coli</i>	40	21
Bäckerhefe	28	110	<i>B. stearothermophilus</i>	60	11
			<i>B. megaterium</i>	70	13
Niere und Leber	37	10–20	<i>B. coagulans</i>	70	14
			<i>B. circulans</i>	70	14
Wurzeln, Blätter	20	0,5–4			

Tab. 1. Atmungsraten von Bakterien und Geweben und Generationszeiten von Bakterien bei ihren optimalen Wachstumstemperaturen. — aus: SCHLEGEL (1985, Tab. 1.2). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York.

Respiration rates of bacteria and of tissue, and generation times of bacteria at optimal growth temperatures. — after: SCHLEGEL (1985, Table 1.2). Courtesy of George Thieme, Stuttgart New York. Reprinted with permission.

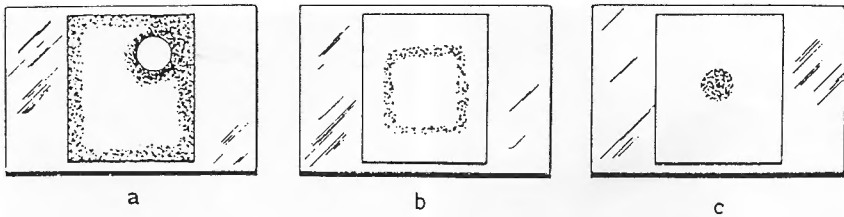


Abb. 6. Jeweils eine Bakterienart, ausgebreitet in einem Wassertropfen zwischen Objektträger und Deckglas. — a) Aerobe Bakterien sammeln sich am Deckglasrand an. b) Mikroaerophile Bakterien halten einen Abstand zum Deckglasrand ein. c) Streng anaerobe Bakterien häufen sich im Zentrum an. — aus: SCHLEGEL (1985, Abb. 2.40). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York.

Three species of bacteria in a drop of water between two glass plates. — a) Aerobic bacteria accumulate at the edge of the small plate. b) Microaerophilic bacteria accumulate at a distance to the edge of the small plate. c) Strictly anaerobic bacteria accumulate in the centre. — after SCHLEGEL (1985, figure 2.40). Courtesy of George Thieme, Stuttgart New York. Reprinted with permission.

5) Bakterien sind allgegenwärtig. Unter natürlichen Bedingungen bedarf daher kein Standort und kein Substrat der Beimpfung. Diesen Umstand macht man sich für die Anreicherungskultur zunutze. Da diese Mikroorganismen überall vorhanden sind, entscheidet nur das Milieu, welcher Typ zur Vermehrung kommt. Die Anreicherungsbedingungen sind diejenigen, unter denen sich ein Organismus bei Konkurrenz am stärksten durchsetzt. So kann man zum Beispiel durch Ausschaltung des Faktors Licht in der Denitrifikationsanlage (Abb. 13) Cyanobakterien unterdrücken, die den für die Denitrifikationsanlage abträglichen Sauerstoff produzieren würden. Denn unter aeroben Bedingungen würden sich wieder die nitrifizierenden Bakterien anreichern.

6) In der Biosphäre unseres Planeten wird der Stickstoff im Kreislauf geführt (Abb. 7). In meinem Aquarium für eine Wasserschilddrüse reichert er sich nicht an, da er durch gezielten Einsatz von Bakterien als ungiftiges Stickstoffgas an die Zimmerluft abgegeben wird.

7) Den Stickstoffkreislauf in einem See zeigt Abbildung 8. Die Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen im See ist aus der Abbildung 9 ersichtlich. Diese Zusammenhänge kann ich umsetzen und in Gedanken den See bis zur Größe eines Aquariums verkleinern. Dadurch komme ich zu den Methoden, mit denen ich das Wasser von giftigen stickstoffhaltigen Substanzen befreien kann.

8) Infolge des raschen Bevölkerungswachstums während der letzten 150 Jahre und der Konzentration der Menschen in großen Städten wurden die Stoffkreisläufe in der Natur beeinträchtigt und der Abbau der organischen Abfälle zum großen ökologischen Problem. Dadurch wurde der Mensch gezwungen, Abwasserbehandlung zu betreiben. In der Aquaristik werden oft Filtermassen eingesetzt, die nach kurzer Zeit von einem biochemisch wirksamen Bakterienrasen überzogen sind. Der Abbau giftiger stickstoffhaltiger Substanzen wird also auch in der Aquaristik durchgeführt.

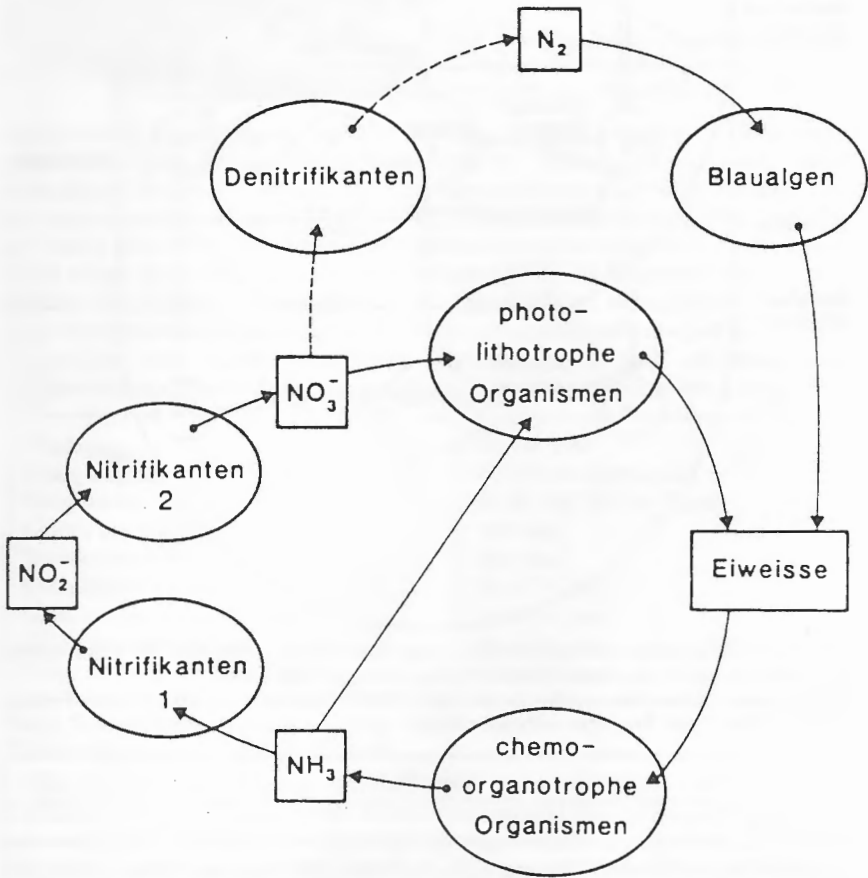


Abb. 7. Der Stickstoffkreislauf. — aus: HARTMANN (1983, Abb. 110). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.  
 The nitrogen cycle. — after: HARTMANN (1983, figure 110). Courtesy of Springer, Berlin Heidelberg New York. Reprinted with permission.

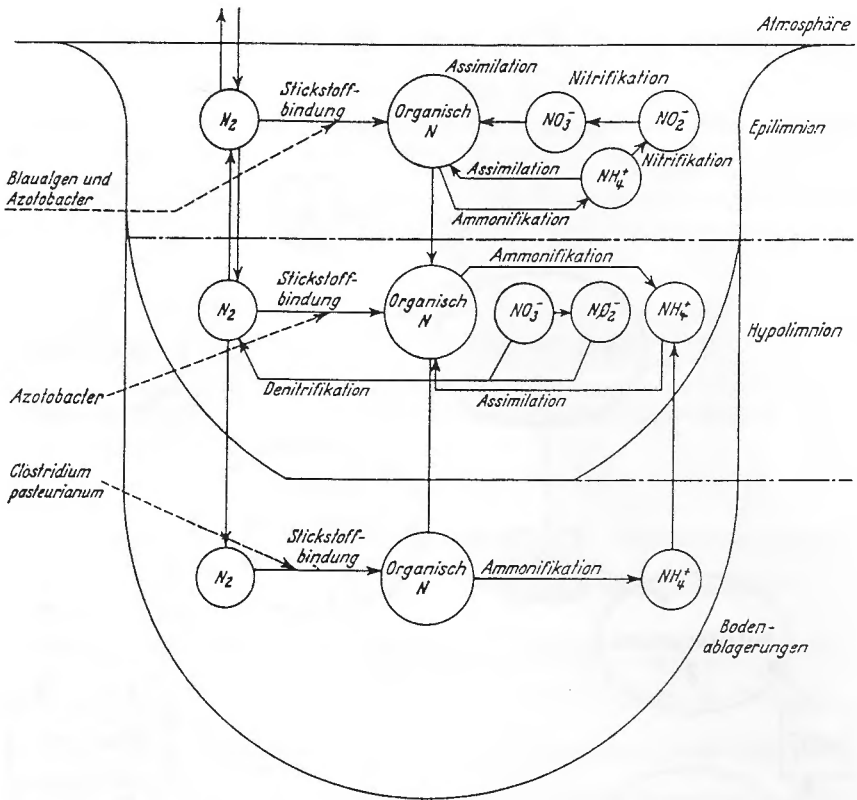


Abb. 8. Der Stickstoffkreislauf in einem See. — aus: SCHWOERBEL (1984, Abb. 31). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York.  
 The nitrogen cycle in a lake. — after: SCHWOERBEL (1984, figure 31). Courtesy of Gustav Fischer, Stuttgart New York. Reprinted with permission.

Kläranlage		
1. Stufe	2. Stufe	3. Stufe
mechanische Reinigung	biologische Reinigung, z. B. im Tropfkörper; z. B. durch Nitrifikation	Entfernen des Nitrats, z. B. im Fischteich; z. B. durch Denitrifikation
Entfernen des Sandes	Harnstoff $\xrightarrow{\text{Bakterien}}$ Ammoniak	Nitrat $\xrightarrow{\text{Algen}}$ Eiweiß
	Ammoniak $\xrightarrow{\text{Bakterien}}$ Salpetersäure	Eiweiß $\xrightarrow{\text{Fische}}$ Eiweiß
		Nitrat $\xrightarrow{\text{Bakterien}}$ Luftstickstoff

Tab. 2. Die drei Stufen einer Kläranlage.  
 The three treatments of sewage plant.



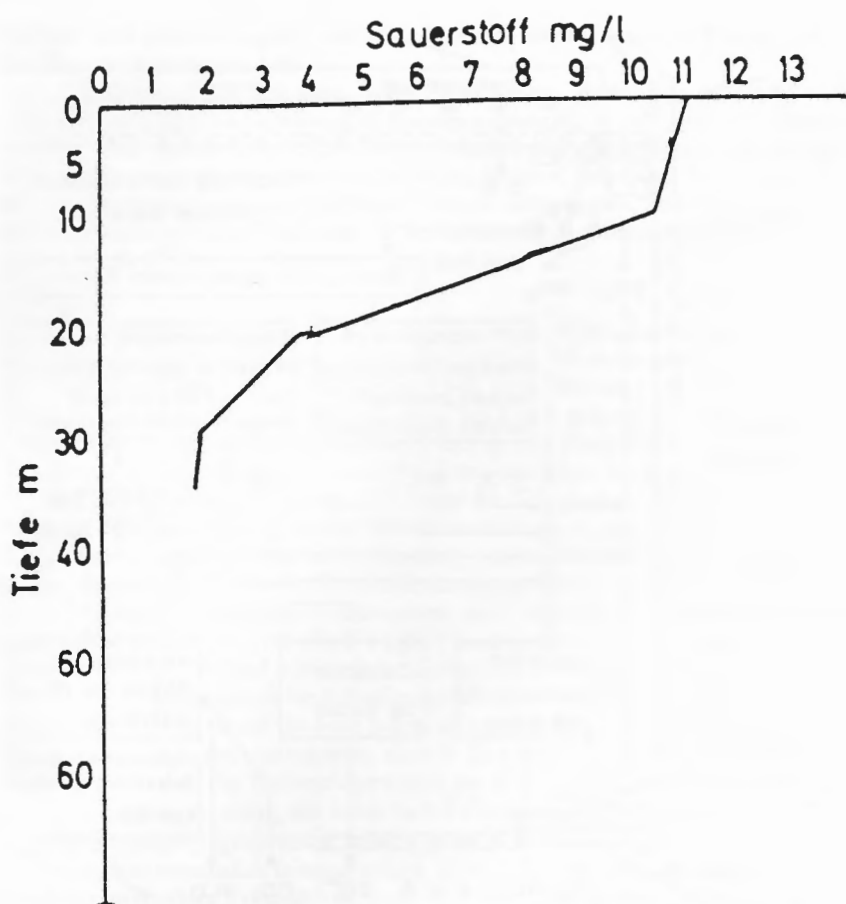


Abb. 9. Vertikale Sauerstoffverteilung im eutrophen See. — aus: SCHWOERBEL (1984, Abb. 26). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York.  
 Vertical distribution of oxygen in an eutrophic lake. — after SCHWOERBEL (1984, figure 26). Courtesy of Gustav Fischer, Stuttgart New York. Reprinted with permission.

Kläranlagen sollten aus drei Stufen bestehen (Tab. 2). Die zweite Stufe ist zum Beispiel ein Tropfkörper (Abb. 10). In ihm entsteht die Salpetersäure. Salze der Salpetersäure sind die Nitrate. Durch die dritte Stufe wird das Nitrat aus dem Wasser entfernt.

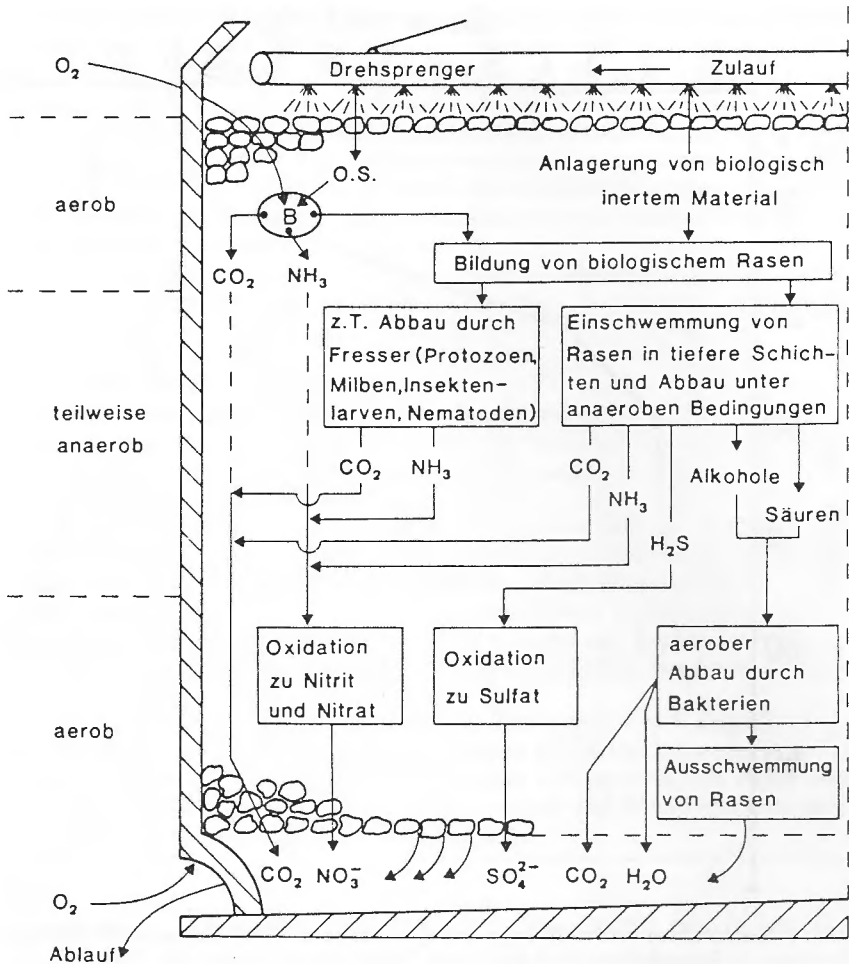


Abb. 10. Ein Tropfkörper. — aus: HARTMANN (1983, Abb. 94). Erlaubnis zur Reproduktion durch den Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.  
 A bed of rocks gravel. — after: HARTMANN (1983, figure 94). Courtesy of Springer, Berlin Heidelberg New York. Reprinted with permission.

### Aufgabenstellung

Durch die Fütterung der Weichschildkröte mit eiweißhaltiger Nahrung, deren Verdauung und durch die Umwandlung der Verdauungsprodukte durch Bakterien entsteht NH<sub>3</sub> (Abb. 7). Damit das stark giftige Ammoniak ständig durch Bakterien in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> übergeführt wird (Abb. 7), muß im Wasser viel Sauerstoff

gelöst sein; das kann man durch Umwälzen des Wassers erreichen. Da ich weder Algen noch höhere Pflanzen einsetze, reichert sich die Salpetersäure als Endprodukt im Aquarienwasser an. Der Nitratgehalt im Wasser des Aquariums nimmt pro Monat um 100-200 mg/l zu. Ohne weiteren gezielten Einsatz von Bakterien würde das Wasser nach dem Versuchszeitraum von zwei Jahren zwischen 2,4 und 4,8 g Nitrat pro Liter enthalten. Die Abbildung 7 gibt die Aufgabenstellung vor, ich muß Denitrifikanten einsetzen.

## Methoden und Ergebnisse

Zur Nitrifikation benutzte ich einen Tropfkörper, gefüllt mit grobem Material, und ließ das Aquarienwasser schnell im Kreislauf durchströmen (Abb. 11 links).

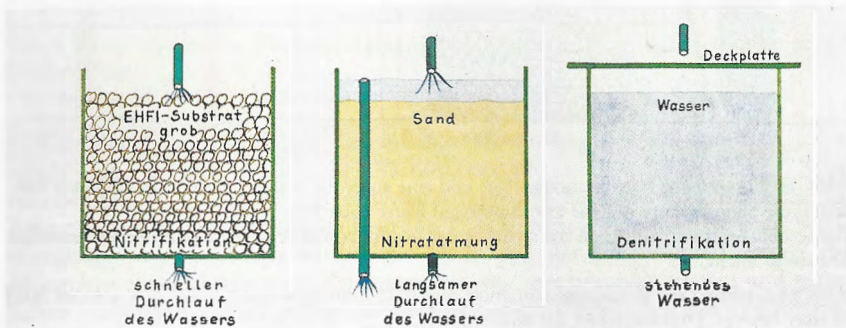


Abb. 11. Drei Anlagen, in denen sich verschiedene Bakterien anreichern. links: aus  $\text{NH}_3$  entsteht  $\text{NO}_3^-$ ; Mitte: aus  $\text{NO}_3^-$  entsteht  $\text{NO}_2^-$ ; rechts: aus  $\text{NO}_3^-$  entsteht  $\text{N}_2$ . Three beds for enrichment of different kinds of bacteria. On the left: oxidation of ammonia to nitrate; in the middle: reduction of nitrate to nitrite; on the right: reduction of nitrate to molecular (gaseous) nitrogen.

Zur Denitrifikation – so dachte ich – hatte ich die Wahl zwischen einer kontinuierlichen (Abb. 11 Mitte) und einer diskontinuierlichen (Abb. 11 rechts) Betriebsweise. Die Nitrifikationsanlage arbeitete zufriedenstellend (Abb. 12 links), die gleichzeitig betriebene kontinuierliche Denitrifikationsanlage gab schlechte Resultate (Abb. 12 rechts). Die Intention war, links Nitrifikation und rechts Denitrifikation gleichwertig zu bekommen. In der sogenannten Denitrifikationsanlage reicherten sich weniger Denitrifizierer an als Nitratatmer, die die Salpetersäure nur bis zur Stufe der salpetrigen Säure reduzierten. Da ich also im Aquarienwasser hohe Nitritwerte feststellte, mußte ich leider meine kontinuierliche „Denitrifikationsanlage“ wieder abbauen und durch eine diskontinuierliche Denitrifikationsanlage ersetzen. In der Abbildung 13 ist dies der Behälter rechts, ein Aquarium mit stehendem Wasser. Die Abbildung 13 a-e zeigt den Aufbau, die Arbeitsweise im zeitlichen Ablauf und das zufriedenstellende Resultat der diskon-

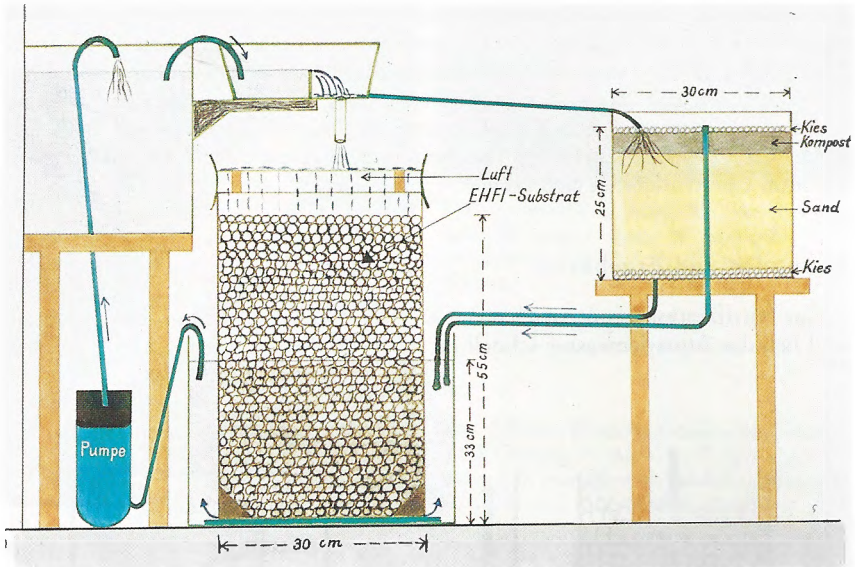


Abb. 12. Eine aerobe Nitrifikationsanlage und eine anaerobe Anlage, in der nitratatmende Bakterien die Salpetersäure nur bis zur salpetrigen Säure abbauten.  
 An aerobic bed for nitrification and an anaerobic bed for strains of bacteria reported to dissimilate nitrate to nitrite.

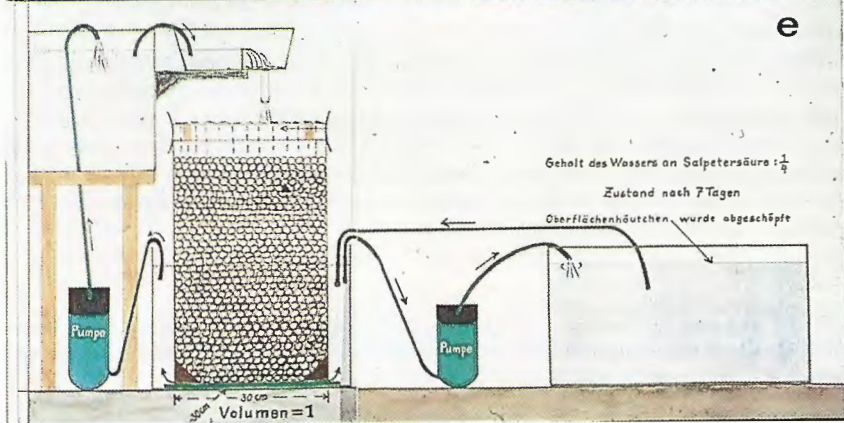
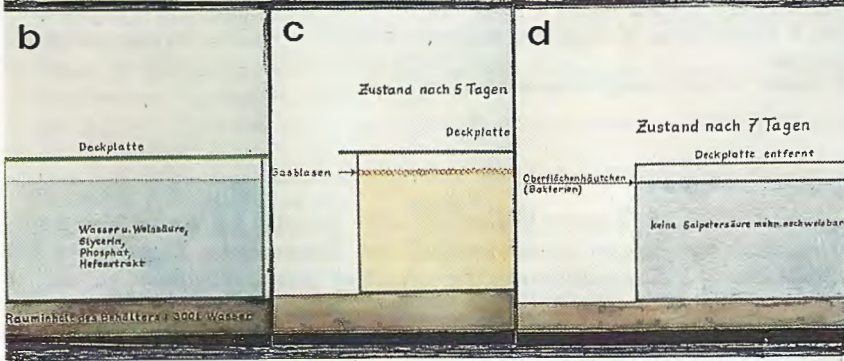
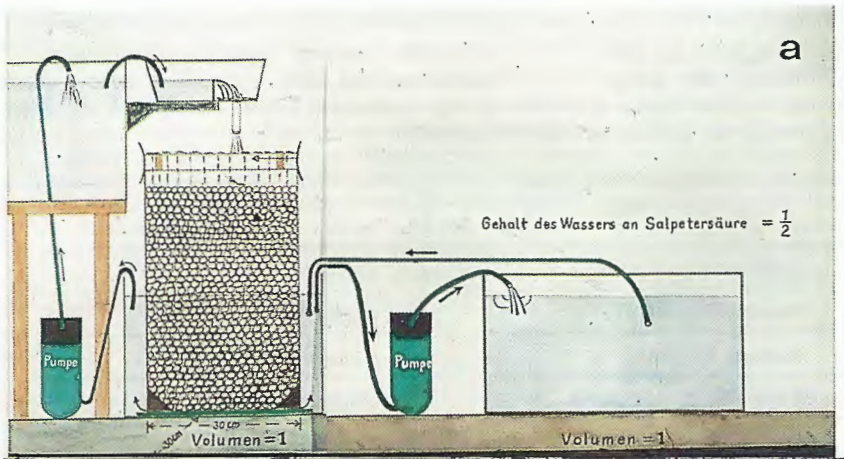
Abb. 13 a. rechts: ein Reinigungsaquarium mit 300 l Leitungswasser; links: hier werden 300 l Wasser bewegt. Durchmischen der 600 l Wasser.  
 on the right: a bed of tap water (300 l); on the left: a sewage cycle (300 l). Mixing of sewage with tap water.

Abb. 13 b. Zugabe von Nährstoffen für denitrifizierende Bakterien: Weinsäure 10 g, Hefeextrakt 10 g, Glycerin 10 ml,  $K_2HPO_4 \cdot 3 H_2O$  1 g, Wasser 300 l. Auflegen der Deckplatte und Abdunkeln des Reinigungsaquariums.  
 Addition of nutrients for denitrifying bacteria: tartaric acid 10 g, yeast extract 10 g, glycerol 10 ml,  $K_2HPO_4 \cdot 3 H_2O$  1 g, water 300 l. Covering and darkening of the bed.

Abb. 13 c. Zustand nach 5 Tagen: Das Wasser ist bräunlich-milchig-trüb infolge der Vermehrung der Bakterien. Es enthält jetzt schätzungsweise  $10^{13}$  lebende Bakterien. An der Oberfläche des Wassers haben sich viele Gasblasen angesammelt.  
 State after 5 days: the medium is brownish-milky-turbid (by enrichment of bacteria). In the bed are about  $10^{13}$  of bacteria. Many small bubbles accumulate at the surface of the water.

Abb. 13 d. Zustand nach 7 Tagen: Die Flüssigkeit im Reinigungsaquarium ist wieder klar. Ich entferne die Deckplatte, schöpfe das Oberflächenhäutchen ab, das aus Bakterien besteht und schütte es in die Toilette. Ich weise nach: 0,0 g Nitrat pro Liter Flüssigkeit. Die Denitrifikation ist also in zufriedenstellender Weise abgelaufen.  
 State after 7 days: In the bed the medium returns to a limpid state. I uncover the bed, I skim the surface film and pour it into the lavatory. I analyse: 0,0 g nitrate/liter of the medium. Denitrification has come to a good end.

Abb. 13 e. Die Wasser werden wieder durchmischt. Nach der Durchmischung liegt nur noch  $\frac{1}{4}$  der ursprünglichen Salpetersäurekonzentration im Wasser des Aquariums der Schildkröte vor.  
 Mixing of the water volumes. After mixing there is only  $\frac{1}{4}$  of nitric acid concentration in the water of the aquarium for the turtle.



tinuierlichen Denitrifikationsanlage. Ein solcher Zyklus wurde bei Bedarf wiederholt, das heißt bei hohen Nitratwerten im Aquarienwasser der Schildkröte. Ich führte nach der geschilderten Methode und auf Grund ihres Ergebnisses einen Wasserwechsel in der gesamten Anlage nach zwei Jahren durch (Tab. 3). Zwei Jahre sind ein zufällig gewählter Zeitpunkt.

Autor	Wasserwechsel im Aquaterrarium
HONEGGER, R. E. (1986)	einmal pro Tag
SCHAEFER, I. (1986)	wöchentlich zu 50 %
SACHSSE, W. (1967)	einmal pro Monat
PRASCHAG, R. (1983)	zweimal pro Jahr
BARTELS, H.-J. (1989)	einmal alle 2 Jahre

Tab. 3. Häufigkeit des Wechsels des Wassers in Aquarien für Schildkröten bei verschiedenen Autoren.

Frequency of water changes in aquaria for turtles.

### Schlußbemerkungen

Fünf Autoren, die Wasserschildkröten halten, wechseln das Wasser ihrer Aquaterrarien in außerordentlich unterschiedlichen Zeitabständen (Tab. 3). Als der entscheidende Faktor, der einen Wasserwechsel erst nach Jahren erforderlich macht, wurde die Denitrifikation erkannt. Es wird mit der Denitrifikation ein Vorgang benutzt, der schon viele Millionen Jahre in der Biosphäre unseres Planeten abläuft. Die vorliegende Veröffentlichung ist nicht als ein Vorschlag an alle Terrarianer und Aquarianer zu verstehen, auf die beschriebene Weise Wasser und Energie zu sparen, sondern als ein Versuch, den mikrobiologisch erfahrene Terrarianer und Aquarianer weiter ausbauen könnten. Bei meinem zweijährigen Versuch wurden etwa 25 m<sup>3</sup> Wasser und die zur Erwärmung dieses Wassers notwendige Energie gespart. Die Weichschildkröte hat den Versuch gut überstanden. Sie nahm im Versuchszeitraum von 1,5 auf 2,7 kg zu, inzwischen wiegt sie 3,5 kg. *Trionyx cartilagineus* ist außer im Süßwasser ja schon sowohl im Brackwasser als auch im Meerwasser gefunden worden.

Dank

Herr CHRISTOPH GLOWIENKA, Stade, hat die Zeichnungen meiner Anlagen sorgfältig ausgeführt. Druckreif wurde mein Manuskript durch die Hilfe von Frau URSEL FRIEDERICH, Stuttgart.

### Zusammenfassung

Es wird beschrieben, wie mit Hilfe von denitrifizierenden Bakterien in einer diskontinuierlich arbeitenden Denitrifikationsanlage Nitrat/Salpetersäure zu Stickstoff abgebaut wird. Damit ist

eine Methode eingeführt, die sich Bakterien nicht nur bis zur Bildung von Nitrat zunutze macht, sondern auch zur vollständigen Entfernung des Stickstoffs aus dem Wasser. Durch die Verbindung einer kontinuierlich arbeitenden Nitrifikationsanlage mit der — neu beschriebenen — diskontinuierlichen Denitrifikationsanlage war es möglich, das Wasser im Aquarium (250 l) einer Weichschildkröte, *Trionyx cartilagineus*, zwei Jahre lang zu belassen. Die Wassereinsparung betrug 25 000 l. Während dieser Zeit nahm die Weichschildkröte um 1,2 kg von 1,5 auf 2,7 kg zu und blieb gesund.

#### Schriften

- ADRIAN, Ch. (1980): Schildkröten. — Stuttgart (Franckh), 80 S.
- BOGEN, H. J. (1973): Gezähmt für die Zukunft. — München Zürich (Droemer Knaur), 312 S.
- HARTMANN, L. (1983): Biologische Abwasserreinigung. — Berlin Heidelberg New York (Springer), 230 S.
- HONEGGER, R. E. (1986): Zur Pflege und langjährigen Nachzucht von *Siebenrockiella crassicolis*. — Salamandra, Bonn, 22 (1): 1-10.
- JAHN, J. (1985): Schildkröten. — Minden (Philler), 96 S.
- MÜLLER, G. (1987): Schildkröten. — Stuttgart (Ulmer), 214 S.
- NIETZKE, G. (1977): Die Terrarientiere 1. — Stuttgart (Ulmer), 351 S.
- NÖLLELT, A. (1987): Schildkröten. — Hannover (Landbuch), 190 S.
- PRASCHAG, R. (1983): Zur Fortpflanzungsbiologie von *Kinostemon bauri* (GARMAN, 1891) mit Bemerkungen über eine abnorme Geleghäufigkeit und die Embryonalentwicklung (Testudines: Kinosternidae). — Salamandra, Bonn, 19 (3): 141-150.
- SACHSSE, W. (1967): Vorschläge zur physiologischen Gefangenschaftshaltung von Wasserschildkröten. — Salamandra, Frankfurt (M.), 3 (3): 81-91.
- SCHAEFER, I. (1986): Haltung und Nachzucht der Fransenschildkröte *Chelus fimbriatus* (SCHNEIDER, 1783). — Salamandra, Bonn, 22 (4): 229-241.
- SCHLEGEL, H. G. (1985): Allgemeine Mikrobiologie. — Stuttgart New York (Thieme), 571 S.
- SCHWOERBEL, J. (1984): Einführung in die Limnologie. — Stuttgart New York (G. Fischer), 233 S.
- WILKE, H. (1980): Schildkröten. — München (Gräfe Unzer), 72 S.

Eingangsdatum: 21. Oktober 1987

Verfasser: Dr. HANS-JOACHIM BARTELS, Wallstraße 5, D-2160 Stade.